

# Metode de estimare spectrală

## Laborator 12, PSS

### Obiectiv

Studiul unor metode de estimare spectrală și a unei aplicații a acestora.

### Noțiuni teoretice

### Exerciții

1. Determinați media și funcția de autocorelație a secvenței  $x[n]$  care se obține la ieșirea unui proces ARMA(1,1) descris de ecuația cu diferențe

$$x[n] = \frac{1}{2}x[n-1] + w[n] + w[n-1],$$

unde  $w[n]$  este zgomot alb cu varianța  $\sigma_w^2$  și medie 0.

2. Autocorelația unui proces aleator AR  $x[n]$  este:

$$\gamma_{xx}[m] = \frac{1}{4}^{|m|}.$$

Să se determine ecuația cu diferențe a procesului aleator  $x[n]$ . Este aceasta unică? Dacă nu, găsiți mai multe soluții posibile.

3. În Matlab, generați un semnal de lungime  $N = 1000$  după cum urmează:

$$x[n] = \cos(2\pi f_1 n) + 0.5 \cdot \cos(2\pi f_2 n) + A \cdot \text{zgomot}$$

unde  $f_1 = 1000/44100$  și  $f_2 = 1800/44100$ , iar zgomotul este aleator, alb, gaussian, aditiv (`randn()`).

Utilizați valori diferite pentru  $A$  (de ex. 0.1, 0.3).

4. Estimați densitatea spectrală de putere a semnalului  $x$  prin metodele următoare:
1. Calculați transformata Fourier  $X(f)$  a lui  $x$  (folosiți `fft()`), și afișați  $|X(f)|^2$
  2. Utilizați funcția `periodogram()`
  3. Utilizați metoda Yule-Walker (cu funcția `pyulear()`).
  4. Împărțiți semnalul în 2, 4, sau 10 segmente egale, calculați periodograma fiecăruia, apoi mediați-le. Care sunt diferențele?

Investigați următoarele:

- sunt vârfurile spectrale localizate corect la frecvențele  $f_1$  și  $f_2$ ?
  - sunt vârfurile spectrale înguste sau largi?
  - este spectrul zgomotului constant (“flat”) sau nu?
5. Verificați acordarea corectă a unei chitare:
- a. Încărcați fișierul `1st_String_E.ogg` cu funcția `audioread()`, și afișați-i spectrul. Utilizați `[pxx, f] = periodogram(x, [], [], Fs)` pentru a obține atât spectrul cât și valorile frecvențelor, apoi afișați `pxx` în funcția de `f`.
  - b. Identificați frecvența fundamentală
  - c. Comparați fundamentală cu valorile frecvențelor pentru o acordare standard a chitarei (cautați pagina Wikipedia despre “Guitar Tunings”)
  - d. Repetați analiza pentru toate celelalte corzi al chitarei
6. Realizați un script care simulează un analizor de spectru în timp real.
- a. Încărcați semnalul `music.wav` cu funcția `audioread()`.
  - b. Utilizați funcția `buffer()` pentru a împărți semnalul în ferestre cu lungimea de 30ms.
  - c. Utilizați funcția `periodogram()` pentru a estima și a afișa succesiv spectrul fiecărei ferestre.
  - d. Opțional: localizați și afișați frecvența dominantă din spectrul fiecărei ferestre. Afișați frecvența și nota muzicală corespunzătoare.

## Întrebări finale

1. TBD